

상수도 지하시설물의 효율적 관리를 위한 응용시스템 개발  
- 전주시를 대상으로 -  
Development of an Application System for Efficient Management  
of Underground Water Supply Facility  
- Pilot Study in Chonju City -

오권호\* · 진철하\*\* · 이근상\*\*\* · 정승현\*\*\* · 조기성\*\*\*\*

Oh, Kweon-Ho · Jin, Cheol-Ha · Lee, Geun-Sang · Jeong, Seung-Hyeon · Cho, Gi-Sung

要 旨

상수, 하수, 전기 그리고 가스 등의 시설물들은 우리 생활에 필요한 도시기반시설로서 대부분 지하에 매설되어 있어 지상시설물에 비해 효율적인 관리가 어렵다. 지하시설물 관리소홀로 발생하는 도시재난을 방지하고 도로굴착 중복공사에 따른 예산낭비와 교통체증을 감소시키기 위해서는 지하시설물에 대한 조사 탐사 및 데이터베이스 구축과 함께 지하시설물 데이터를 효율적으로 관리하기 위한 응용시스템 개발이 요구된다. 전주시는 국가지리정보체계 사업의 일환으로 1998년 12월부터 상수도 지하시설물 전산화 사업을 실시하여 시가화 구역 39.6 km<sup>2</sup>내 80 mm 이상의 상수관 물량 402.89 km 대한 조사/탐사 작업을 수행하였다. 또한 80 mm 이하 537 km관에 대해서는 별도의 조사/탐사작업을 수행하지 않고 급수카드를 기초로 데이터베이스를 구축하였다. 또한 기존의 각 부서별 업무프로세스를 GIS 시스템을 활용할 수 있는 체계로 수정하였고 업무 프로세스를 기반으로 상수도 지하시설물 관리시스템을 개발하였다. 개발된 상수도 지하시설물 관리시스템은 기본도관리, 상수도검수, 관로관리 및 관로조회, 공사관리, 운영관리 그리고 도면관리등의 하위시스템으로 구성되어 있다. 본 연구에서는 지하시설물 조사/탐사 과정 및 방법 그리고 조사/탐사 과정에서 발생한 문제점을 도출하고 개발한 상수도 지하시설물 관리시스템을 구성하고 있는 각각의 서브시스템들의 기능들을 제시하였다.

ABSTRACT

Water, waste, electric and gas facilities are urban based facilities that needed in our life and are often located in underground. Therefore, underground facilities are more difficult to manage efficiently than ground facilities. It is needed to carry out survey/probe into underground facilities and to build database in order to prevent city-misfortunes being occurred because of negligent management and in order to minimize budget-waste and a traffic jam according to repetition of road excavation constructions. Also, the development of application system is required to manage efficiently underground facility. Chonju city has launched underground water supply facility computerizing project as a part of National Geographic Information System project until December 1998 and executed survey/probe into 402.89 km water supply that is 80 mm up inside central town area 39.6 km<sup>2</sup>. Also, chonju city built database into 537 km water supply that is 80 mm below based on water supply card without other survey/probe works. Also, existing work process each department is changed into GIS applied work process and underground water supply facility management system is developed by its work process basis. Water supply underground facility management system that is developed is composed of sub-system like base-map management, water supply inspect, water supply management and water supply inquiry, construction work management, administration management and map management. This research presents the procedure and method of underground water supply facility survey/probe and problem being occurred during survey/probe procedure and also show the functions of each sub-systems composing underground water supply facility management system.

1. 서 론

\*전주시 상수도사업소 GIS 담당  
\*\*전주시 상수도사업소 소장  
\*\*\*전북대학교 공과대학 토목공학과 박사과정  
\*\*\*\*전북대학교 공과대학 토목환경공학부 부교수,  
전북대학교 공업기술연구소 연구원

지하시설물은 우리 생활에 필요한 상수 전기 통신 가스 등을 공급하고 하수를 처리하는 도시기반시설로서, 그 종류가 다양하고 매설상태가 복잡할 뿐만 아니라 땅속에

문혀 있기 때문에 그 상태를 가시적으로 확인할 수가 없어서 관리하기가 매우 어렵고 관리가 부실할 경우 예기치 못한 사고로 인명이나 재산상의 손실이 생기게 된다.<sup>1)</sup>

우리나라는 90년대에 일부 지방자치단체를 비롯한 한국전력 등에서 GIS(Geographic Information System)를 도입하여 각 기관별 고유업무에 활용하고 있으나, 선진 외국처럼 지하시설물을 통합적으로 관리할 수 있는 체제를 갖추지 못하고 있는 실정이다. 이에 정부는 지하시설물관리 전산화사업을 국가적 차원에서 일관성 있게 추진해야 할 필요성을 절감하고, 『국가지리정보체계 구축 기본계획』에 따라, 전국 78개 도시를 대상으로 지하시설물도에 대한 수치지도화 사업을 추진하고 있다.<sup>2)</sup>

이러한 NGIS(National Geographic Information System) 사업 일환으로 전주시에서도 1998년 12월부터 1차로 시가화 구역 39.6 km<sup>2</sup>에 대한 상수도 물량 402.89 km에 대한 조사/탐사 및 데이터베이스를 구축하였고 구축한 자료를 기반으로 상수도 종합정보시스템을 개발하여 업무에 적극 활용하고 있다.<sup>3)</sup>

본 연구에서는 전주시 상수도 지하시설물에 대한 조사/탐사 과정 및 방법 그리고 조사/탐사 과정에서 발생한 문제점을 분석하고 개발된 응용시스템의 활용기능 및 활용 후 발생한 문제점 등을 제시하고자 한다.

## 2. 상수도 지하시설물도 제작

### 2.1 조사/탐사 물량

상수도 지하시설물 조사/탐사 계획물량은 시가화 구역 39.6 km<sup>2</sup>에 위치하고 있는 80 mm 이상의 상수관로 380 km이었으나 실제 성과 물량은 402.89 km로 계획보다 많이 이루어 졌다. DB구축성과물량은 537 km로 조사/탐사를 실시하지 않은 80 mm 이하의 관은 급수카드 등을 활용하여 구축하였다. 표 1은 지하시설물 조사 탐사 및 DB구축 물량이다.<sup>3)</sup>

### 2.2 지하시설물도 제작 과정

지하시설물도 제작은 지하시설물도 작성작업규칙(제정

표 1. 조사/탐사 및 DB구축 물량

항 목	구 분	계획물량	성과물량
조사 탐사		380 km	402.89 km
DB구축		380 km	537 km

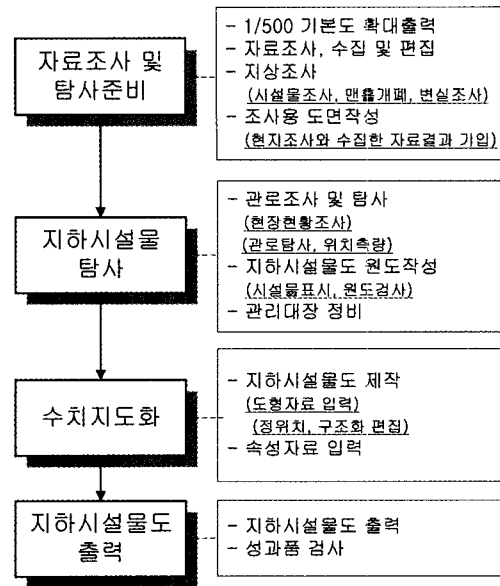


그림 1. 지하시설물도 제작 과정

1998. 5. 25 건설교통부령 제 134호)와 지하시설물도 작성세부지침(제정 1998. 9 국립지리원)에 의거하여 실시하였다.<sup>4)</sup> 전주시에서 실시한 지하 지하시설물 조사 탐사과정의 전반적인 내용은 그림 1과 같다.

먼저 탐사에 필요한 기초자료를 수집하고 현지조사를 통해 탐사에 필요한 조사용 도면을 작성하는 자료조사 및 탐사준비단계를 거쳐 지하시설물을 탐사하였다. 탐사를 통해 지하시설물도를 작성하였고 각종 속성자료를 입력하는 수치지도화 과정을 거쳐 지하시설물도를 출력하여 성과품을 검사하는 단계로 진행되었다.<sup>5)</sup>

#### 2.2.1 자료조사 및 탐사준비

자료조사 수집 및 편집은 지하시설물에 대한 조사 및 탐사시 정확도 향상과 장비의 효율성을 확보하기 위한 과정으로 지하시설물 자료의 조사, 수집 및 분석하는데는 많은 인원과 비용이 요구되므로 사전계획에 의하여 필요한 자료만을 수집하였다.

##### 2.2.1.1 1/500 기본도 확대 출력

먼저, 지하시설물 조사 및 탐사사항을 기입하기 위한 공간확보와 정확한 자료기입을 위하여 NGIS 사업으로 추진되고 있는 1/1,000 수치지도화 사업으로 완성된 도면을 확대한 1/500 축척의 도면을 작성하여 출력하였다. 수치지도 출력시 장비의 기준은 해상도 0.1 mm이내, 출력오차는 0.38 mm 이내로 하였다.

##### 2.2.1.2 자료조사 수집 및 편집

표 2. 자료내용별 자료수집 기관

시설물 종류	자료 내용	자료수집기관
상수시설	광역상수도 공업용수도	한국수자원공사
	송·배수관망도 상수도 대장 상수도관망도 색인도 일반도 상수도 대장조서 상수도공사년도 대장 노후관 교체 대장	지자체 수도과 상수도 사업본부 상수도 사업소 환경보호과

시설물 위치가 표시된 각종 대장, 관망도, 선로도, 평면도, 준공도면 등의 도형정보와 이들에 대한 관의 재질, 설치년도, 보수이력, 관리기관 등이 기록된 속성정보를 수집하였다.

표 2는 자료내용별 자료수집 기관을 보여준다.

지하시설물 탐사장비는 위치와 깊이만을 측정할 수 있으므로 시설물 관리번호, 설치일자, 형태, 규격, 관종, 관의 재질, 공사이력 등의 자료를 수집하였으며, 조사자료 선정의 일반적인 조건은 기본도 축척보다 크거나 기본도 축척에 근사한 축척으로 정도가 좋고 신뢰할 수 있는 내용이 내포되어 있는 최근에 작성된 자료를 수집하였다.

조사된 자료는 종합적인 파악과 현장조사에서 활용할 수 있도록 각 유관기관으로부터 수집된 자료들을 조사도면에 최대한 정리 편집하였다. 또한 분석된 각종 지하시설물 자료는 지역별, 지하시설물별로 정리하여 각 시설물의 위치, 관로번호, 시공년도, 관경, 재질 등을 참조하여 현장에서 직접 지하시설물을 조사 및 탐사할 수 있도록 편집 정리하여 현지 실측자료 또는 속성자료를 작성하는데 기초자료로 이용하였다.

도면과 대장/조서로부터 수집한 여러 가지 관로관련 속성정보들이 서로 다른 경우에는 최근의 공사현황을 파악하여 최신의 정보로 업데이트된 내용을 우선적으로 고려하였으며, 확인이 어려운 경우에는 우선순위를 설계서 → 상수관로(수도전대장, 모관대장) → 상수도관망도로 두어 관로관련 속성정보를 정리하였다.

### 2.2.1.3 지상조사

지상조사는 시설물조사, 맨홀개폐, 맨홀 및 변실조사 등으로 이루어진다.

시설물조사에서는 대상지역에 대한 도로 교통상황과 도로굴착지점, 포장공사지점 등의 상황을 조사하여 탐사에 영향을 주는 장애물(가드레일/철도/횡단육교 부근, 경

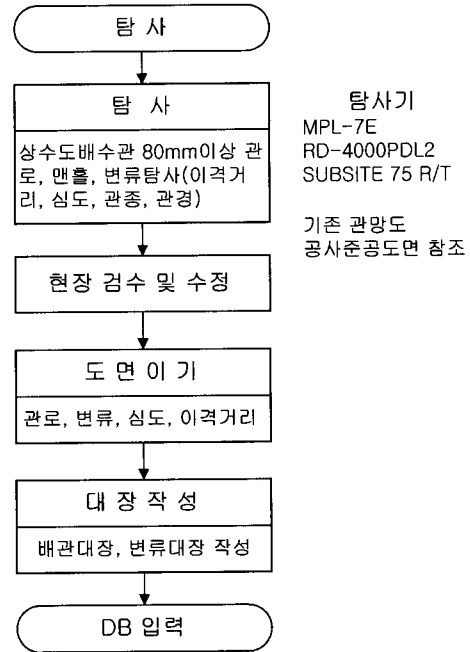


그림 2. 지하시설물 탐사과정

사지 관로, 가로등 부근, 교통표지판 부근, 전신주, 신호 등 부근, 통과차량, 울타리 등 기타 금속성 구조물) 등을 조사하였다.

맨홀개폐는 맨홀 관련 속성자료 조사/탐사시 송신기에 접속시킬 경우에 이루어지고, 맨홀 개폐 후 유독가스와 산소농도 측정작업을 하였으며 이때의 안전측정수치는 산소 10% 이상, 가연성가스 3% 이하, 일산화탄소 50 PPM 이하, 유화수소 10 PPM 이하로 하였다.

맨홀 및 변실조사에서는 현황도 및 편집도상에 나타나는 지상에 노출된 각종 맨홀 및 변실을 개방하여 속성자료에 필요한 사항을 조사하였고, 하수도 맨홀은 관로의 관저고, 구경, 재질, 유수방향 등을 조사하였다.

### 2.2.1.4 조사용 도면작성

현지조사와 수집한 도면 및 대장/조서를 기초로 실제 지하시설물 탐사를 위한 조사용 도면을 1/500 기본도를 활용하여 작성하였다.<sup>5,7)</sup>

### 2.2.2 지하시설물 탐사

지하시설물 탐사과정은 그림 2와 같다. MPL-7E등의 탐사기를 이용하여 80 mm이상 관로, 맨홀 그리고 변류 등을 탐사하여 도면에 심도 및 이격거리 등을 표시하였다. 기존 관망도와 비교하여 많은 오차가 발생한 곳은 현장검수를 통해 오차를 수정하였다.

### 2.2.2.1 관로조사 및 탐사

관로탐사는 자료편집도와 계획서를 작성하여 시설물 조사시 담당자를 입회 의뢰하여, 현황도와 지하시설물 편집도를 이용하여 탐사대상물별로 적정 탐사장비를 선정하였다. 지하시설물 탐지기는 관로의 위치와 심도만을 찾을 수 있으므로 관중, 관경, 설치년도 등은 조사자료를 이용하였다. 측정위치는 직선부의 경우 20 m마다 측정하고, 타 시설물에 의한 위치변화(우회)와 심도변화(상, 하)가 있는 경우는 최소 0.5 m 간격으로 정밀측정하였다. 심도 기록은 관 중심위치를 기준으로 탐지기에 나타나므로 자료조사시 입수한 관경을 감안하여 시설물 상단을 심도로 표기하였으며, 탐사에 의하여 측정된 평면위치와 심도는 위치측량을 할 수 있도록 노면에 표기하였다. 지하시설물별 탐사범위는 상수도관경 80 mm 이상으로 하였다. 탐사시 탐사오차의 허용범위는 금속관로의 경우, 평면위치는 ±20 cm 그리고 깊이는 ±30 cm으로 유지하였고 비금속관로의 경우, 평면위치는 ±20 cm 그리고 깊이는 ±40 cm 이하로 유지하여 정확도를 확보하였다.

지하시설물의 위치측량은 도로 덧씌우기 및 포장에 의하여 매몰된 변실과 지하시설물탐사에 의하여 확인된 관로에 대하여 측량하는 것을 말한다. 측량위치는 시설물의 중심점을 측량하였고 광파거리측량기등을 이용하여 홀, 집수구, 변압기, 소화전, 교환기, 전신주와 측량점들을 기준으로 측량하였다.

### 2.2.2.2 지하시설물도 원도작성

조사결과는 추후 입력을 고려하여 1/500 기본도상에 정리하였고, 관독이 용이하도록 색상별로 구분하여 정리 편집하였다. 실제 탐사된 관로와 도면에 표시된 관로간에 위치오차가 발생된 경우, 현장검수과정을 거쳐 도면을 수정하였다. 도면시공년도, 관경, 재질 등은 조사 자료에 기입하였고 시설물이 일정크기 이상인 경우는 외곽선을 기입하여 전산입력 시 혼동하지 않도록 하였다. 시설물의 연장은 맨홀과 맨홀 사이의 거리를 기록하는 것을 원칙으로 하되 경우에 따라서는 분기점 그리고 교차하는 경우와 분리 교차하는 경우를 구분하여 표시하였다.

이 경우 작은 원형과 구형으로 구분하여 표시하였고, 공칭지름과 연장은 미터단위로 그리고 매설깊이는 평균 매설 깊이로 표시하였다. 표 3은 지하시설물도 재질 약어표이다.

### 2.2.2.3 관리대장 정비

표 3. 지하시설물도 재질 약어표

약어	설 명
HP	흡관
CP	콘크리트(무근)관
EP	토관, 오지관
PVC	경화, 염화비닐
RCB	철근콘크리트박스
CIP	회주철관, 주철관
DCIP	덕타일 주철관
SP	강관
GSP	아연도금 강관
PE	폴리에틸렌
STS	스테인레스관
COP	동관
DT	덕타일, 주철관
LP	연관
FP	유연관, 전산관
FD	점선함
DTC	덕타일라이닝관
PCC	PS실린더관
PC	PS관
VCP	도관
VR	진동 및 전압철근 콘크리트관
RCP	철근콘크리트관

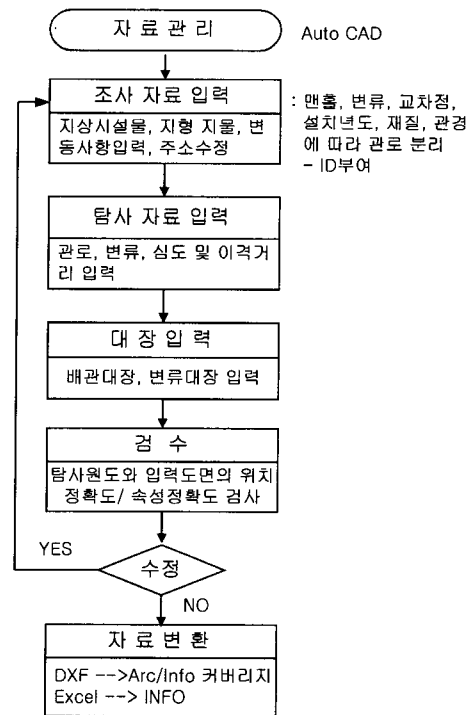


그림 3. 수치지도화 과정

대장정비는 현장 조사 및 탐사결과를 색상별로 구분하고, 시공년도, 관경, 재질은 조사자료에 의해 표기하였으며 정리 및 편집은 판독이 용이하도록 하였다.

### 2.2.3 수치지도화

탐사원도를 AutoCAD상에서 디지털화하여 상수도 도형자료를 수치화하였으며 조사된 속성자료들은 Excel로 구축하였다. 정위치 편집과 구조화 편집을 거친 도형자료에 대해 위치정확도와 속성정확도를 원도와 비교하는 검수과정을 수행하였다. 검수과정을 수행한 AutoCAD dxf 포맷의 도형자료는 Arc/Info 커버리지로 변환하였다. 도형자료 변환은 Arc/Info 프로그램의 dxarc 명령어로서 원하는 레이어 코드를 지정하여 변환하였다. 또한 Excel 파일로 된 속성자료는 Arc/Info에서의 속성자료 관리를 위해 INFO 파일로 변환하였다.<sup>5,7)</sup>

## 2.3 문제점 및 개선방향

### 2.3.1 탐사시 측량방법

탐사의 경우 대부분 도심지의 도로 등에서 탐사가 진행되며, 탐사된 배관도를 도면에 이기시 일반적으로 기본도로부터의 상대거리를 도면에 표기하므로 기본도의 오차가 그대로 전파되어 나타남이 확인되었다. 따라서, 향후에는 배관도의 측량시 정확도를 확보할 수 있는 트래버스측량이나 GPS 측량 등을 고려해야 한다.

### 2.3.2 법정동과 행정동의 구분

업무에 사용되는 주소체계는 행정동과 법정동이 혼용되어 사용되고 있으며 또한 전산화 대장자료에 행정동과 법정동이 정확히 구분되어 있지 않아서 전산화 작업시 매우 어려움을 겪었다. 따라서, 행정동과 법정동의 주소체계를 일원화하거나 현재 전주시에서 추진하고 있는 『도로명 및 건물번호 부여사업』으로 구축되고 있는 새 주소 체계를 상수도 지하시설물 전산화 사업에 연계시켜 새로운 데이터베이스를 구축하는데 활용하는 것이 바람직하다.<sup>3)</sup>

## 3. 시스템 구축

### 3.1 업무 프로세스 수정

상수도 관리시스템을 구성하고 있는 여러 가지 하위시스템의 유형을 결정하기 위해 상수도사업소 각 부서 실무진과의 협의를 통해 각 업무별 프로세스를 작성하였다. 기존의 업무처리 방식은 종이도면이나 문서에 의존

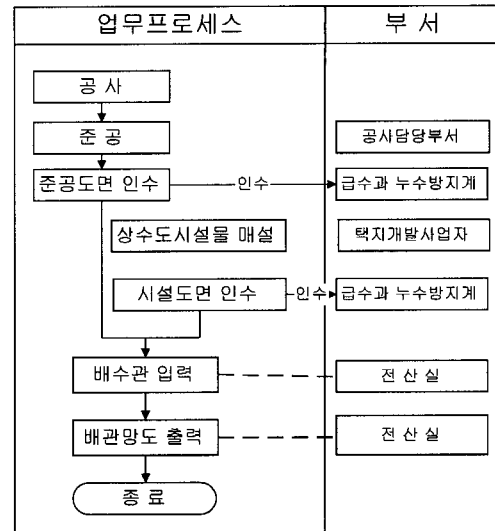


그림 4. 배관망도 관리업무 프로세스

한 비효율적 절차라는 점을 고려하여 업무 프로세스를 가급적 GIS 시스템을 충분히 활용하는 측면에 중점을 두었다.

예를 들면, 배관망도 관리업무의 경우 기존 업무 프로세스에서는 누수방지계에서 준공도면이나 시설도면을 인수받아 최종적으로 배관망도에 이기하는 형태였다. 즉 종이도 형태의 배관망 도면을 업무에 활용해 온 결과 기존 배관망도에 대한 수정 갱신 작업을 실시할 경우 배관망도를 새로 작성하는 불편함이 따랐다. 하지만 GIS를 활용하는 새로운 업무프로세스에서는 그림 4와 같이 누수방지계에서 준공도면이나 시설도면을 인수받아 배관망도를 작성하여 전산실에서 일괄적으로 수치지도 형태로 입력함으로써 수정 갱신작업을 수행하는데 비용과 시간 측면에서 많은 효과를 기대할 수 있었다.<sup>3)</sup>

### 3.2 DB 구축

시스템 구축을 위해 필요한 DB 구축내용은 표 4와 같다.

지형도는 1/1,000 축척을 기반으로 1/1,000이 구축되지 않은 곳은 1/5,000을 이용하였다. 지형도는 상수관로의 위치확인을 용이하게 하며 향후 전주시 전체에 대해 1/1,000이 구축되면 임시적으로 사용하고 있는 1/5,000 지형도를 1/1,000으로 대체하게 된다. 지형도 및 상수도면은 AutoCAD 포맷인 dxf로 구성되어 있으며 응용시스템에서 사용하기 위해 Arc/Info 명령어인 dxarc를 이용하

표 4. DB 구축내용

분류	데이타명(축척)	매수	포맷
도면	지형도	1/1,000	162 dxf
		1/5,000	100 dxf
	상수관로(1/500)	715	dxf
속성	공사대장		
	가압장, 배수지관리대장		
	수질시험일지		
	모관대장, 수도전대장		
	누수발생접수처리부		
	상수도사용량집계표		
	급수공사설계카드		
	상수원보호구역카드		
	사용료 수납, 미수집계표		
	상수보호구역지정대장		

xls

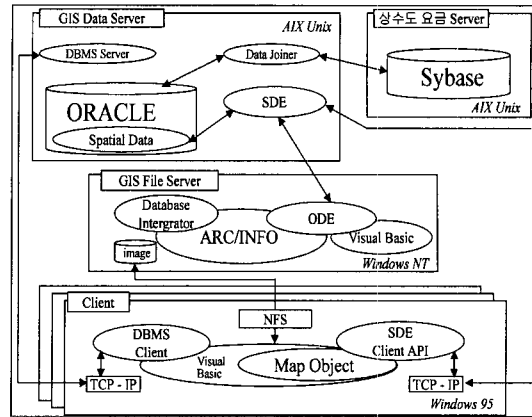


그림 6. S/W 구성도

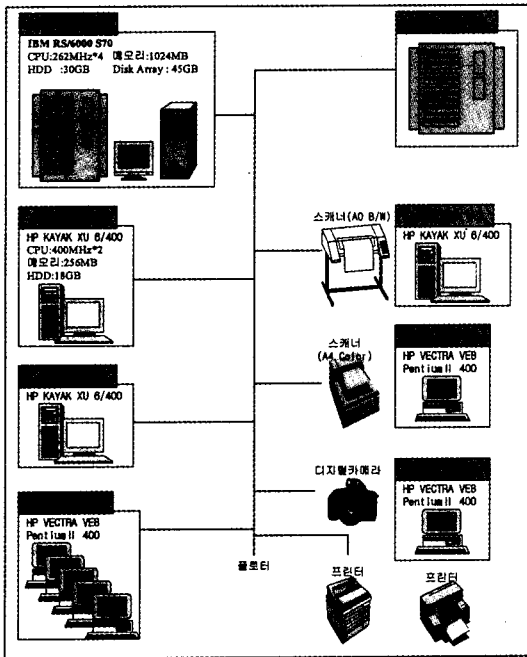


그림 5. H/W 구성도

여 건축물과 도로를 커버리지로 변환하였다. 속성데이터는 EXCEL 포맷인 xls로 구축하였으며 Arc/Info와의 연동을 위해 Info파일로 변환하였다.

### 3.3 H/W 및 S/W 구성도

그림 5는 H/W 구성도로 DBMS S/W와 공간DB엔진 S/W가 탑재된 GIS 데이터서버, GIS 응용프로그램이 탑재된 GIS 파일서버 그리고 관리용 및 도면입력용 W/S

등이 있다. GIS 데이터서버는 기존의 상수도 요금 서버와 서로 연동되어 구동되는 구조로 되어 있으며 기타 디지털타이저, 스캐너, 디지털 카메라 그리고 플로터 등이 각 시스템에 연결되어 있는 구조로 설계하였다.

그림 6은 S/W 구성도로 GIS 데이터 서버에는 DBMS S/W인 ORACLE과 도형자료관리서버 S/W인 SDE가 탑재되어 있다. GIS 파일서버에는 도면 편집 및 공사도면을 관리하는 Arc/Info 8.0이 탑재되어 있다. 클라이언트 GIS S/W는 Map Object 2.0을 이용하여 개발하였고 Customizing Tool은 비주얼베이직을 이용하였다.<sup>3)</sup> 기존의 응용시스템의 경우 특정 GIS 소프트웨어 기반하에 프로그램되어 있어서 사용한 GIS 소프트웨어를 기본적으로 구입해야만 했으나, 본 연구에서 개발된 응용시스템은 특정 GIS 소프트웨어가 없어도 설치 가능하므로 많은 예산 절감 효과가 있었다.

### 3.4 응용시스템 구성도

상수도 지하시설물 관리시스템은 그림 7과 같이 기본도관리, 상수도 검수, 관로관리 및 관로조회, 공사관리, 운영관리 그리고 도면관리 시스템으로 구성되어 있다.

### 3.5 상수도 검수 시스템

공간자료 검수에는 공간자료의 위상관계 검색과 같은 연속성 검수, Overshoot이나 Undershoot등의 오류를 검색하는 정확도 검수 그리고 레이어명 오류, 이격라인 길이 측정, 텍스트 입력오류, 개체중복검사, 라인 인접성, 포인트와 라인의 일치성, 레이어 종류와 심볼의 불일치 그리고 포인트 심볼 각도 등과 같은 화면검수가 있다. 그

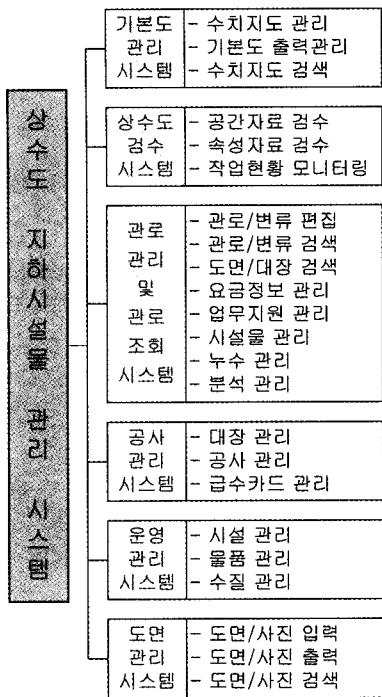


그림 7. 응용시스템 구성도

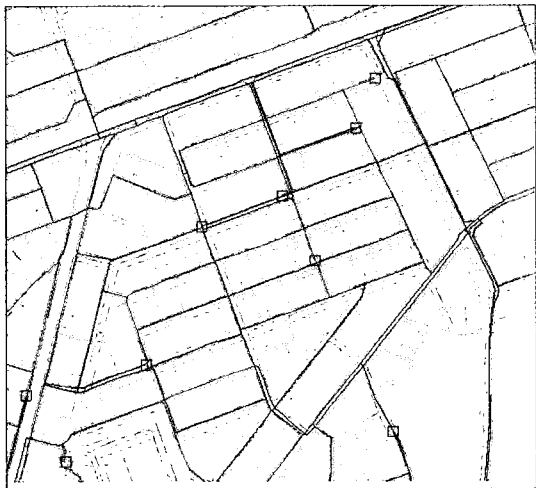


그림 8. 배수관 연속성 검사 화면

림 8은 배수관 연속성 검사화면으로 위상관계를 분석하여 오류가 있는 사상들을 검색하는 화면이다. 속성자료 검수에는 시설물들의 On/Off기능 검사, 시설물들의 색상·폰트 등 속성 검색, 시설물 통계처리 그리고 공간 데이터별 속성정보 검색이 가능하다.

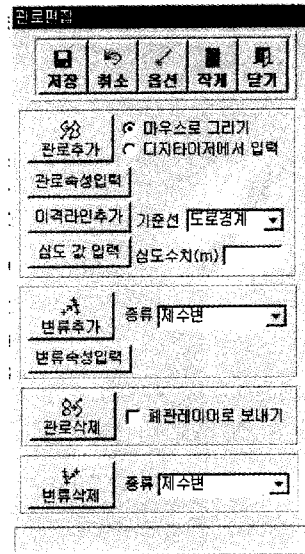


그림 9. 관로·변류편집 메뉴화면

### 3.6 관로관리 / 관로조회 시스템

관로관리/관로조회 시스템은 배수관, 제수변 등의 상수도 관련 주제도 조회 및 편집과 다양한 분석기능을 제공하고 있다. 데이터서버의 데이터베이스(Oracle) 및 SDE에 있는 데이터를 조회, 편집할 수 있고 또한 파일 서버가 자체적으로 커버리지를 저장하고 있어 이를 조회, 편집할 수 있다. 데이터종류를 데이터서버로 선택하고 편집할 경우, 실시간적으로 타시스템에도 편집된 데이터가 제공되어 데이터에 대한 일치성을 유지할 수 있다.

#### 3.6.1 관로·변류 편집관리

취수관/송수관, 배수관 그리고 급수관로를 편집하게 되며 배수관 및 급수관의 각종 변류들을 편집하게 된다. 그림 9는 관로·변류편집 메뉴화면이다.

#### 3.6.2 관로·변류 검색 관리

송·배수관 및 급수관 관로와 배수관 및 급수관의 각종 변류들을 조회할 수 있다. 또한 배수관 및 급수관을 속성별로 검색하고 공사별 연도별 기준에 의해 노후배수관을 검색하여 노후관 교체업무에 활용된다. 그리고 포설공사, 노후배수관 교체공사, 세관갱생공사 등 공사종류별로 공간DB를 검색하게 된다.

그림 10은 관로 검색 화면이다. 시스템 운용자는 관로 번호, 공사번호와 같은 ID 검색이나 분류, 재질, 관경, 설치년도와 같은 속성별 검색을 통해서도 관로나 변류에

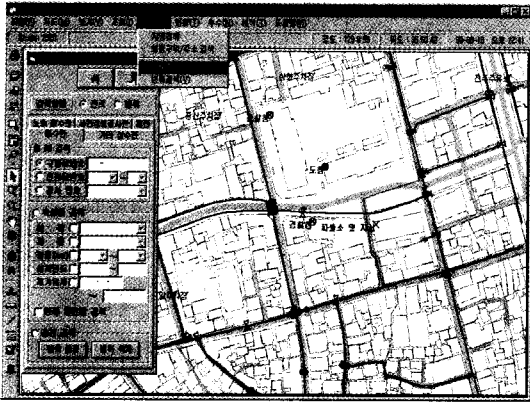


그림 10. 관로 검색 화면

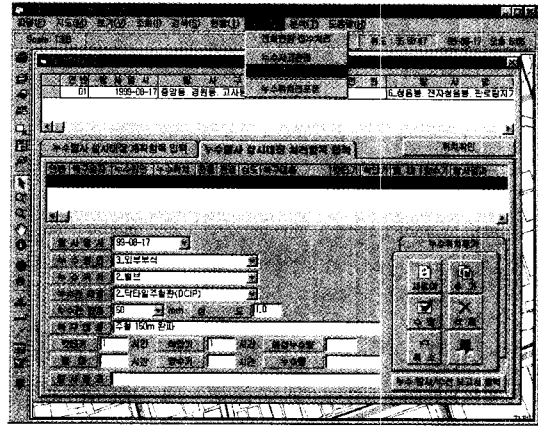


그림 12. 누수탐사 관리 화면

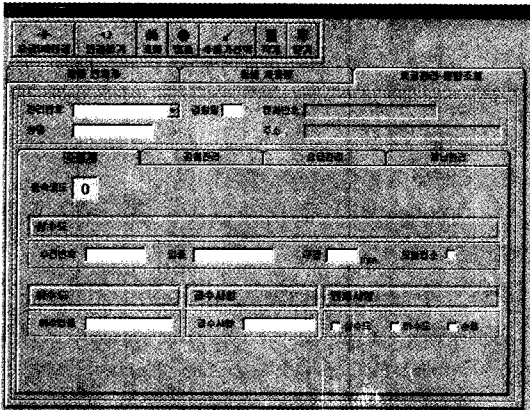


그림 11. 수용가 정보 연결 화면

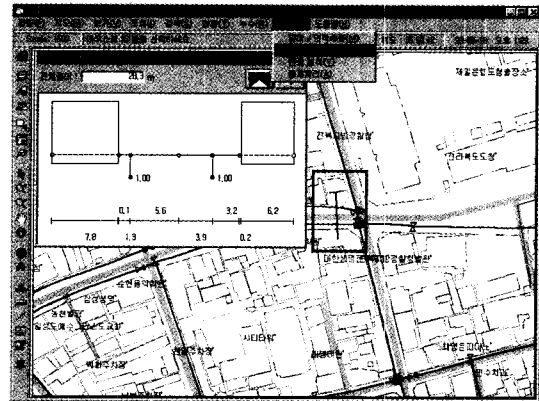


그림 13. 횡단면도 분석 화면

대한 검색이 가능하다.

### 3.6.3 도면/대장 검색관리

공사별 그리고 송·배수관, 급수관별로 관련 도면을 검색할 수 있으며 공사별 공사대장이나 변류대장도 검색이 가능하다.

### 3.6.4 요금정보 관리

공간DB와 고객MT를 이용한 연체자 조회 및 연체자별 수용가 관리도 할 수 있다. 또한 수용가 공간DB와 연계하여 사용량을 조회할 수 있으며 계통별, 수용가별 사용량 통계처리도 가능하다. 그림 11은 수용가 정보 연결화면이다.

### 3.6.5 업무지원 관리

수계별로 송·배수관을 분석하고 물 공급 영향권지역을 분석할 수 있고 수계별 수요/공급량 분석 및 통계처리가 가능하다. 또한 저수조 및 고가수조의 청소현황 분

석 및 상수원 보호구역 관리 및 현황 분석이 가능하고 관말지역에 대한 전반적인 관리 뿐만 아니라 관말지역을 추가, 삭제, 변경할 수도 있다.

### 3.6.6 시설물 관리

취수장, 배수지, 정수장과 같은 주요시설물 위치를 편집할 수 있으며 각 시설물에 대한 검색/조회가 가능하고 여러 가지 목적에 이용될 수 있는 통계자료를 생성하게 된다. 또한 시설물 설계도면, 내부 상세도면을 조회할 수 있고 기계·전기 시설물 대장도 조회가 가능하다.

### 3.6.7 누수관리

누수사고 발생 위치에 대한 검색 편집이 가능하며 누수사고 발생시 차단해야 할 제수변을 검색하고 제수변 차단으로 인하여 또 차단되는 관로를 검색하고 최종적으로 단수수용가를 검색하게 된다. 단수 수용가를 검색시 인입관이 있는 경우에는 인입관을 추적하여 단수 수용가



를 검색하고 인입관이 없는 경우에는 Arc/Info기능인 buffering을 이용하여 인근 건물을 찾게 된다.

누수탐사를 실시할 지역을 검색 편집하며 누수탐사 완료 후 결과를 기록하고 누수탐사 보고서도 작성하도록 되어 있다. 또한 접속된 신고사항 및 전화민원 접수 등도 관리가 가능하다.

### 3.6.8 분석관리

레이어의 길이/면적을 계산하며 레이어의 횡/종단면을 분석한다.

그림 13은 횡단면도 분석화면으로 화면에서 사용자가 지정한 구역내의 배수관과 가까운 심도를 찾아 그 심도 수치가 화면에 표시되며 그 심도를 찾을 수 없을 경우에는 배수관 속성중 평균심도를 검색하여 표시하게 된다. 이 기능을 이용하여 굴착공사시 묻힌 배수관의 깊이와 인근 건물, 도로, 인도 등으로부터의 이격 거리를 분석할 수 있다.

## 3.7 공사관리 시스템

급수과에서 관리하는 모든 공사내용을 등록하는 시스템으로 공사변류대장, 공사변류이력, 공사관로대장 그리고 공사관로이력 등을 관리하게 된다. 특히 공사한 사진을 입력하여 업무에 활용함으로써 실제 현장의 모습을 시스템상에서 확인할 수 있다. 그림 14는 공사대장 관리 화면이다.

또한 민원인이 급수를 신청한 내용을 등록하는 급수공사신청등록, 급수공사설계시 사용하는 정액표 등록, 급수공사설계 내용 및 급수카드 이력을 관리한다. 그리고 시공한 업체의 기본사항 및 도로굴착 내용을 등록 업무에 활용하도록 하였다.

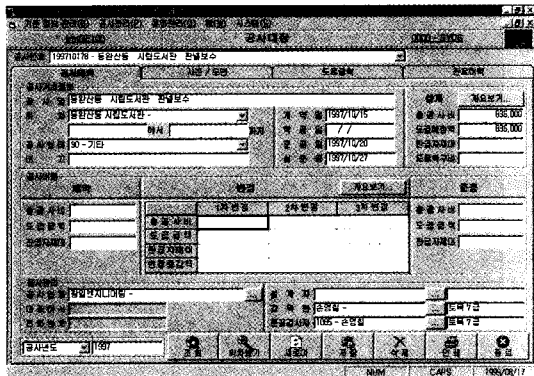


그림 14. 공사대장 관리화면

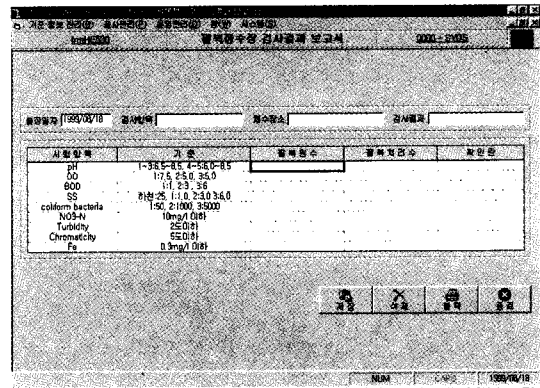


그림 15. 정수장 수질시험 성적서

## 3.8 운영관리 시스템

### 3.8.1 시설관리

취수장, 정수장, 배수지시설현황등록, 수전시설물, 펌프 시설물, 배전시설물, 계수변을 등록하게 되며 기계전기정보 전을 수행한 업체 정보관리 및 직원 정보관리도 수행한다. 또한 기계전기시설물의 유지보수 이력관리 및 정수장의 운영일지를 입력하고 폐기물 발생내용도 입력 가능하다.

### 3.8.2 수질관리

수질민원 발생내용을 입력하고 정수 및 원수 시험성적 항목내용을 입력하게 되고 또한 광역수, 수도전, 약수 그리고 간이상수도의 수질시험 항목들을 관리하도록 하였다.

## 3.9 문제점

개발한 응용시스템을 업무에 활용한 결과, 기존의 문서위주 작업이 거의 전산화가 되어 자료관리나 운영면뿐만 아니라 업무처리 시간측면에서도 많은 효과가 있었다. 하지만, 전주시 일부지역에 대해서만 1/1,000 수치지형도가 제작되어 있고 그 이외의 지역은 1/5,000으로 임시적으로 사용하고 있는바, 축척의 차이로 발생하는 정보의 부재와 위치오차 문제가 1/1,000과 1/5,000의 경계 지역에서 일부 발생하였다. 따라서, 전주시 전체에 대한 1/1,000 수치지형도 제작이 시급한 것으로 판단된다.

## 4. 결 론

본 연구는 전주시 상수도 지하시설물 전산화 사업으로서 시가화 구역 39.6 km<sup>2</sup>에 대한 상수도 물량 402.89 km에 대한 조사/탐사 및 데이터베이스를 구축하고 이를

기반으로 상수도 지하시설물 관리 시스템을 개발하여 업무에 활용한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

첫째, 상수도 조사/탐사에 활용하기 위해 1/1,000 수치지도를 1/500으로 확대 출력시 출력장비 해상도 범위는 0.1 mm 이내로 하였고 출력오차 범위는 0.38 mm 이내로 하여 도면에 따른 정확도를 유지할 수 있었다. 또한 실제 탐사시 탐사오차의 허용범위는 금속관로의 경우, 평면위치는  $\pm 20$  cm 그리고 깊이는  $\pm 30$  cm으로 유지하였고 비금속관로의 경우, 평면위치는  $\pm 20$  cm 그리고 깊이는  $\pm 40$  cm 이하로 유지함으로써 도면에 대한 정확도를 확보할 수 있었다.

둘째, 탐사된 배관도를 도면에 이기시 기본도로부터의 상대거리를 도면에 표기하므로 기본도의 오차가 그대로 전파되는 결과를 가져왔다. 따라서, 향후 지하시설물 탐사에는 배관도의 측량 정확도를 확보할 수 있는 트래버스 측량이나 GPS 측량 등을 고려해야 할 것이다.

셋째, 상수도 관련업무에 사용되는 주소체계는 행정동과 법정동이 혼용되어 있어 전산화 작업시 어려움을 있으므로 행정동과 법정동의 주소체계를 일원화하거나 현재 전주시에서 추진하고 있는 『도로명 및 건물번호 부여사업』으로 구축되고 있는 새주소 체계를 상수도 지하시설물 전산화 사업에 공통 DB로 활용하는 것이 바람직하다.

넷째, 전주시 상수도 지하시설물 관리 시스템은 클라이언트/서버 기술을 기반으로 각 부서의 업무시스템에서는 GIS 데이터서버에 저장된 데이터를 활용하는 통합데이터베이스 모델을 사용하므로 데이터에 대한 일치성과 신뢰성을 유지할 수 있었다.

다섯째, 상수도 지하시설물관리 시스템은 사용자가 쉽게 업무를 수행할 수 있는 GUI(Graphic User Interface)를 제공하며, Map Object 2.0이 제공하는 컨트롤을 활용하여 비주얼베이직으로 개발한 실행프로그램을 해당 부서의 업무시스템에 설치함으로써 소프트웨어를 구입비

용을 절감할 수 있었다.

## 참고문헌

1. 김영표, 조윤숙, “지하시설물 관리체계 설계 및 운영방안 연구”, 국토개발연구원, 1996. 12.
2. 조문영, 김 승, 구지희, “국가지리정보체계 구축 사업 발전방안 연구”, 건설교통부, 1998. 2.
3. 국토개발연구원, “지하시설물 전산화사업 완료 보고서”, 전주시 상수도사업소, 1999. 10.
4. 건설교통부, “지하시설물도 수치지도화사업 관련 규정집”, 1999. 3.
5. 김영표, 최병남, “지하시설물 조사 및 탐사방법과 비용 발생요인 연구”, 건설교통부, 1997. 4.
6. 김영표, 최병남, “지하시설물 관리체계 개발 시범사업 종합보고서”, 건설교통부, 1997. 4.
7. 김영표, 최병남, “지하시설물관리 전산화를 위한 관련제도 정비방안”, 건설교통부, 1997. 4.
8. 김재영, 신동빈, “지하시설물 관리체계 개발계획”, 국토개발연구원, 1996. 2.
9. 김영표, 최병남, “지하시설물관리 전산화를 위한 관련대상 정비방안”, 건설교통부, 1997. 4.
10. 이홍술, “도시 시설물 관리 전산화에 관한 연구”, 성균관대학교 석사논문, 1993.
11. 강인준, 장용구, 정영미, “지하철공사를 위한 지하매설물관리시스템 개발”, 한국측지학회지, 제15권, 제1호, 1997.
12. 김충평, 김감래, “도시내 소규모 단지의 상하수도 시설물관리를 위한 GIS 기술의 활용”, 한국측지학회지, 제17권, 제1호, 1997. 3, pp. 51-59.
13. Everman, Diane Marie, “The water supply system of case-area maritima”, PhD. University of Maryland College Park, 1997.
14. Hoffer, Janthe, “Challenge of effective urban water supply”, PhD. University Twente”, 1995.
15. Gelting, Richard Joseph, “Operation and maintenance of rural drinking water supply system in Honduras”, PhD. Stanford University, 1995.